

Abstract

Name: Eman Rabea Zaki

Title of thesis: Biological treatment of wastewater as a promising technology .

The study was undertaken to study the capability of *Azolla pinnata*, peat and *Saccharomyces Cerevisiae* to remove Cd, Cu and Pb from wastewater.

Generally, removal efficiencies of these metals from wastewater decreased with increasing metal concentrations and increased with increasing exposure time . The ability of *Azolla* to biosorb these metals followed the order Cd>Cu>Pb , Where the percent removal ranged from 88 to 97.9 for Cd, from 83.64 to 93.6 for Cu and from 79.58 to 90.64 for Pb after 20 days depending on metal concentration and presence of metal ion alone or in combinations . The ability of peat to adsorb Cd, Cu and Pb followed the order Pb>Cu>Cd , Where removal efficiencies ranged from 90.62 to 99.2 % for Pb, from 89.1 to 97.3 % for Cu and from 85.3 to 94.1 % for Cd after exposure time of 8 days depending on metal concentration and presence of metal ion alone or in combinations. The ability of *Saccharomyces Cerevisiae* to remove Cd, Cu and Pb followed the order Pb>Cu>Cd , The percent removals ranged from 82 to 90.4 for Cd , from 87.45 to 94.46 for Cu and from 89.41 to 98.76 % for Pb after 96 hours

depending on metal concentration and presence of metal ion alone or in combinations.

In conclusion, *Azolla pinnata*, peat and *Saccharomyces Cerevisiae* are good hyperaccumulators for Cd, Cu and Pb and can be used to remove high levels of these metals from wastewater.

Key words : Bioremediation, *Azolla Pinnata*, Peat , *Saccharomyces Cerevisiae*, heavy metals, wastewater.

المستخلص العربي

نظرا للاحتياج المتزايد للمياه فى الزراعة والصناعة فكان لابد من تنمية الموارد المائية المتاحة وتعتبر معالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها احدى طرق تنمية الموارد المائية ولذلك أجريت هذه الدراسة والتي تهدف إلى تقييم قدرة نبات الأزولا والبيت وميكروب *Saccharomyces Cerevisiae* على التخلص من الكادميوم والنحاس والرصاص. فوجد أن قدرتهم على التخلص من هذه العناصر تزيد بزيادة مدة بقاء الأزولا والبيت والميكروب فى المياه الملوثة بالعناصر الثقيلة وتقل بزيادة تركيزات هذه العناصر فى الماء.

النسبة المئوية المزالة بالأزولا تتبع الترتيب الآتى الكادميوم < النحاس < الرصاص حيث تراوحت النسبة المئوية المزالة من 88 إلى 97.7 للكادميوم ، من 83.64 إلى 93.6 للنحاس ومن 79.58 إلى 90.64 للرصاص بعد مرور 20 يوما اعتمادا على تركيز العنصر ووجوده بمفرده أو مخلوط مع عناصر اخرى.

اما البيت فالنسبة المئوية المزالة تتبع الترتيب الآتى الرصاص < النحاس < الكادميوم حيث تراوحت النسبة المئوية المزالة من 90.62 إلى 99.2 للرصاص ، من 89.1 إلى 97.3 للنحاس ومن 85.3 إلى 94.1 % للكادميوم بعد مرور 8 أيام اعتمادا على تركيز العنصر ووجوده بمفرده أو مخلوط مع عناصر اخرى.

والنسبة المئوية المزالة باستخدام *Saccharomyces Cerevisiae* تراوحت من 82 إلى 90.4 % للكادميوم ، من 87.45 إلى 94.46 للنحاس ومن 89.41 إلى 98.76 للرصاص بعد مرور 96 ساعة اعتمادا على تركيز العنصر ووجوده بمفرده أو مخلوط مع عناصر اخرى. حيث أن النسبة المزالة للرصاص < النحاس < الكادميوم .

ولذلك يوصى باستخدام كل من الأزولا والبيت وميكروب *Saccharomyces Cerevisiae* كطرق عالية التجميع لعناصر الكادميوم والنحاس والرصاص لإزالة المستويات العالية من هذه العناصر من المياه العادمة. الكلمات الدالة : المعالجة الحيوية ، *Saccharomyces cerevisiae* ، نباتات الأزولا ، البيت ، الفلزات (العناصر) الثقيلة ، المياه العادمة .

CONTENTS

	Page
List of Tables	v
List of Figures	viii
Abstract	xiii
Introduction& Aim of the work	1
I. Review of literature	
I.1. Characteristics of wastewater.....	4
I.1.1. Physical characteristics.....	5
I.1.2. Chemical characteristics :	7
I.1.3. Microbiological characteristics.....	14
I.2. Wastewater treatment methods.....	16
I.2.1. conventional wastewater treatment processes.....	16
I.2.1.1. preliminary treatment.....	16
I.2.1.2. Primary treatment.....	17
I.2.1.3. Secondary treatment.....	18
I.2.1.3.1. activated sludge process.....	19
I.2.1.3.2. Trickling Filters.....	19
I.2.1.3.3. Rotating biological contactor.....	20
I.2.1.4. Tertiary and/or advanced treatment.....	21
I.2.1.4.1. Adsorption on Activated carbon.....	21
I.2.1.4.2. Pollutants Adsorption.....	22
I.2.1.4.3. Nitrogen Removal.....	22
I.2.1.4.4. Phosphorus removal.....	23
I.2.1.4.5. Chemical precipitation.....	24
I.2.1.4.6. Sewage disinfection.....	25
I.2.2. Natural biological treatment system.....	27
I.2.2.1. Wastewater stabilization ponds.....	28
I.2.2.2. Aquatic based systems.....	30
I.3. Bioremediation of Heavy metals.....	42
I.3.1. Heavy metals removal by Aquatic plants.....	42
I.3.2. Bioremediation of heavy metals by microorganisms..	46

I.3.3. Heavy metal removal from wastewater using peat.....54

II. Materials and methods

II.1. Materials.....	58
II.1.1. wastewater.....	58
II.1.2. Plants.....	58
II.1.3. Peat.....	58
II.1.4. Microbial culture.....	58
II.1.5. Media used for microbiological determination.....	59
II.1.5.1. Coliforms bacteria medium.....	59
II.1.5.2. salmonella and Shigella Agar medium.....	60
II.1.5.3. Yeast Peptone Medium.....	60
II.2. Experimental procedure.....	61
II.2.1. Heavy metals removal by <i>azolla pinnata</i>	61
II.2.2. Heavy metals removal by Peat.....	62
II.2.3. Heavy metals bioremediation by <i>saccharomyces cerevisiae</i> ..	64
II.3. Methods of analyses.....	66
II.3.1. Chemical examinations.....	66
II.3.1.1. pH.....	66
II.3.1.2. Chemical Oxygen Demand(COD).....	66
II.3.1.3. Biochemical Oxygen Demand(BOD).....	67
II.3.1.4. Ammonical nitrogen.....	68
II.3.1.5. Nitrate nitrogen.....	68
II.3.1.6. Total phosphorus.....	68
II.3.1.7. Total nitrogen.....	68
II.3.1.8. Heavy metals.....	68
II.3.2. Microbiological examinations.....	69
II.3.2.1. Total coliforms.....	69
II.3.2.2. Fecal coliforms.....	69
II.3.2.3. Salmonella and shigella.....	69
II.3.3. Physical examinations.....	70
II.3.3.1. Suspended solids.....	70
II.3.3.2. The metal concentration factor.....	70
II.3.4. Statistical analysis.....	70

III.Results

III.1. Heavy metals removal by <i>Azolla Pinnata</i>	71
III.1.1.General properties of the used wastewater.....	72
III.1.2. Removal of Cd.....	73
III.1.3. Removal of Cu.....	78
III.1.4. Removal of Pb.....	83
III.1.5. Accumulation of Cd, Cu and Pb by <i>Azolla</i> ferns.....	88
III.2. Heavy metals removal by peat.....	103
III.1.1. Removal of Pb.....	103
III.1.2. Removal of Cu.....	108
III.1.3. Removal of Cd.....	113
III.3. Heavy metals bioremediation by <i>saccharomyces cerevisiae</i> ...	118
III.1.1. Bioremediation of Cd.....	118
III.1.2. Bioremediation of Cu.....	124
III.1.3. Bioremediation of Pb.....	129

iv. Discussion

IV.1.Heavy metals removal by <i>Azolla Pinnata</i>	134
IV.1.1.Removal of Cd, Cu and Pb.....	135
IV.1.2.Accumulation of Cd, Cu and Pb by <i>Azolla</i> ferns.....	137
IV.2. Heavy metals removal by peat.....	139
IV.3. Heavy metals bioremediation by <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	142

Summary	146
----------------------	------------

References	161
-------------------------	------------

Arabic Summary

Arabic Abstract

ABBREVIATIONS

AAS	Atomic adsorption spectrophotometer
AP	Anaerobic ponds
AS	Activated sludge
BBD	Bahr El-baqar drain
BCM	Billion cubic meter
BOD	Biological Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
Cys-c	Cysteine
EC	Electric conductance
EPs	Extra-cellular polymeric substances
FCL	Fecal coliforms bacteria
FP	Facultative ponds
GAC	Granular activated carbon
GBH	Gravel Bed Hydroponic
GSH	Glutathione
glu-E	Glutamic acid
MCF	Metal concentration factor
MP	Maturation ponds
Mts	Metallothioneins
PAOs	Polyphosphate accumulating organisms
RBC	Rotating biological contactor
S.S	Salmonella and Shigella bacteria
TS	Total solids
TSS	Total suspended solids
TCL	Total coliforms bacteria
UV	Ultraviolet light

WSP	Wastewater stabilization ponds
ZWWTP	Zenien wastewater treatment plant